

Résumé

Parmi les initiatives de relance de la culture caféière en Guinée le projet, lancé par la Caisse française de développement, vise à replanter les vieilles caféières avec du matériel amélioré. Pour répondre aux besoins du projet, l'Institut de la recherche agronomique de Guinée débute un programme de recherche café en 1990. Cet article présente les résultats des recherches sur le matériel végétal, la conduite des caféiers, la réhabilitation des vieilles caféières, l'ombrage, la gestion de l'enherbement, la technologie de post-récolte. Après cette phase d'étude de modèles biotechniques, la recherche doit mettre au point des itinéraires variés adaptés aux principales conditions socio-économiques de production. A plus long terme, les travaux de sélection doivent se poursuivre.

Abstract

Among the initiatives aimed at revitalizing coffee growing in Guinea, the project launched by the Caisse française de développement set out to replace old coffee plantings with improved material. To satisfy the project's requirements, the Institut de la recherche agronomique de Guinée embarked upon a coffee research programme in 1990. This article presents the results of its research on planting material, pruning systems, rehabilitation of old coffee plantings, shading, weed control, and post-harvest technology. After the current phase studying biotechnical models, the emphasis is due to switch to the development of crop management sequences tailored to the main socioeconomic conditions of production. In the longer term, breeding work is to continue.

Caféiculture en Guinée : bilan des résultats de la recherche

Rafflegeau S.¹, Descroix F.², Kourouma H.³, Montagnon C.

¹CIRAD, BP 2311, Douala, Cameroun

²CIRAD-CP, TA 80 / PS1, avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

³Irag, Centre de recherche agronomique, Sérédou, République de Guinée

Le caféier *Coffea canephora*, qui produit le café marchand communément appelé Robusta, a deux aires d'origine : la zone forestière du golfe de Guinée, en Afrique de l'Ouest, et la forêt congolaise, en Afrique centrale (Montagnon *et al.*, 1998). Dans le golfe de Guinée, les vestiges de cette forêt, d'où le groupe « guinéen » est originaire, sont rares. En Guinée forestière, la région la plus méridionale de la République de Guinée, il est possible d'identifier lors de prospections, des rubiacées sauvages, plus particulièrement *C. canephora* et *C. excelsa* (Le Pierrès *et al.*, 1987).

Historique de la caféiculture en Guinée

La culture effective du café en Guinée n'est apparue qu'à la fin du dix-neuvième siècle avec les premières introductions (Portères, 1962 ; Eskes, 1991). En Haute-Guinée, où l'altitude est élevée, l'Arabica et l'*Excelsa* ont été cultivés sporadiquement (Bouharmont, 1992). En revanche, dans la principale zone caféicole du pays, la Guinée forestière, la caféiculture est essentiellement à base de *C. canephora* même si des plantations d'*Excelsa* sont toujours exploitées autour des villes de N'zérékoré et Lola. Pendant la période coloniale, la

Guinée forestière produisait un café de qualité. Après la décolonisation, l'Etat guinéen encourageait les paysans à produire pour augmenter les exportations du pays, mais instaurait en même temps un impôt en nature sur les productions agricoles. Les magasins d'Etat qui achetaient le café aux planteurs avec des bons d'achat étaient rarement approvisionnés. Les planteurs ont alors progressivement limité leurs activités à la cueillette et bâclé le séchage, diminuant ainsi à la fois le volume et la qualité de la production nationale.

Après 1984, le gouvernement guinéen s'est fixé pour objectif d'accroître les exportations de café Robusta pour atteindre un volume de l'ordre de 500 000 sacs (30 000 t), ce qui serait revenu à multiplier la production environ par trois. Plusieurs initiatives de relance de la culture du caféier Robusta en Guinée forestière ont alors vu le jour.

Le verger guinéen

Selon l'enquête « cultures pérennes » menée par le Bureau Stratégie Développement en 1989-1990, la caféière couvrait une superficie de 140 000 ha. Pour estimer la surface actuelle, il faut ajouter les parcelles plantées depuis 1990 en matériel amélioré (4 500 ha) et tout venant

café de Guinée (Fnpcg) et financent un programme de recherche agronomique sur le café. De 1989 à 1999, la Mcac finance un poste d'assistant technique au programme de recherche sur le café, poste occupé par des chercheurs du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad). Durant cette période, le Cirad se charge également du soutien scientifique aux chercheurs en réalisant de nombreuses missions d'appui en sélection, agronomie et technologie du café.

Naissance de la recherche agronomique sur le café en Guinée

En 1988, l'Institut de recherche agronomique de Guinée (Irag), est créé puis la recherche caféière débute en Guinée forestière au Centre de Sérédou en 1990.

Les thématiques de recherche abordées par le programme café de Sérédou sont en accord avec les recommandations du projet RC'2 :

- la comparaison multilocale des clones introduits ;
- la comparaison en station des clones locaux ;
- l'ombrage ;
- le mode de conduite ;
- la fertilisation minérale ;
- la réhabilitation des vieilles caféières ;
- la technologie post-récolte.

Les acquis de la recherche agronomique sur le caféier

Le matériel végétal

Deux types de caféier ont été introduits : des hybrides du Togo diffusés en Côte d'Ivoire, et des clones vulgarisés ou en cours de sélection en Côte d'Ivoire, premier mélange clonal diffusé.

La similitude entre les zones de production guinéenne et ivoirienne et la connaissance de chaque clone et hybride ont permis de commencer à diffuser du matériel végétal importé dès le début des activités du projet de développement. En 1990, un réseau d'essais comparatifs est implanté par l'Irag pour vérifier le comportement de ces matériels ivoiriens et togolais dans les conditions de culture de la Guinée forestière. Des prospections en milieu paysan permettent aussi de collecter du matériel local et de le tester en essai de triage. Les premiers travaux de recherche sont donc

postérieurs au démarrage du projet de développement.

Les premières observations permettent d'éliminer rapidement des parcs à bois les clones qui présentent des défauts majeurs comme une forte sensibilité à la rouille et une fructification tout au long de l'année. Après un premier cycle de production dans les essais comparatifs clonaux et des discussions avec les partenaires (projet, fédération, vulgarisation et Cpmv), les chercheurs identifient un nouveau mélange de cinq clones choisis sur des critères de rusticité, de productivité, d'architecture, de résistance à la rouille orangée, de tolérance à la sécheresse, de granulométrie et de qualité à la tasse (Kourouma *et al.*, 1997). Par ailleurs, la distribution des hybrides du Togo qui ne donnent pas satisfaction du fait d'une entrée en production tardive et d'une grande hétérogénéité, est interrompue.

Ce nouveau mélange clonal exclut les clones à risque (sujets au *die-back*), apporte un gain de production pouvant atteindre 50 % et une granulométrie supérieure de 15 %, tout en améliorant la qualité organoleptique (Montagnon, 1997). Dans les essais fertilisés, il ne produit jamais moins d'une tonne de café marchand par hectare, bien que certaines des parcelles soient installées sur des sols très pauvres (anciennes parcelles de manioc). Dans les parcelles fertiles, les nouveaux clones donnent un rendement moyen an-

nuel de 2,8 t/ha sur trois années de production. La figure, réalisée à partir de données de l'Irag et de l'enquête réalisée par Saudubray en 1993 chez des planteurs, illustre bien l'impact de la recherche et des introductions de matériel végétal amélioré en Guinée.

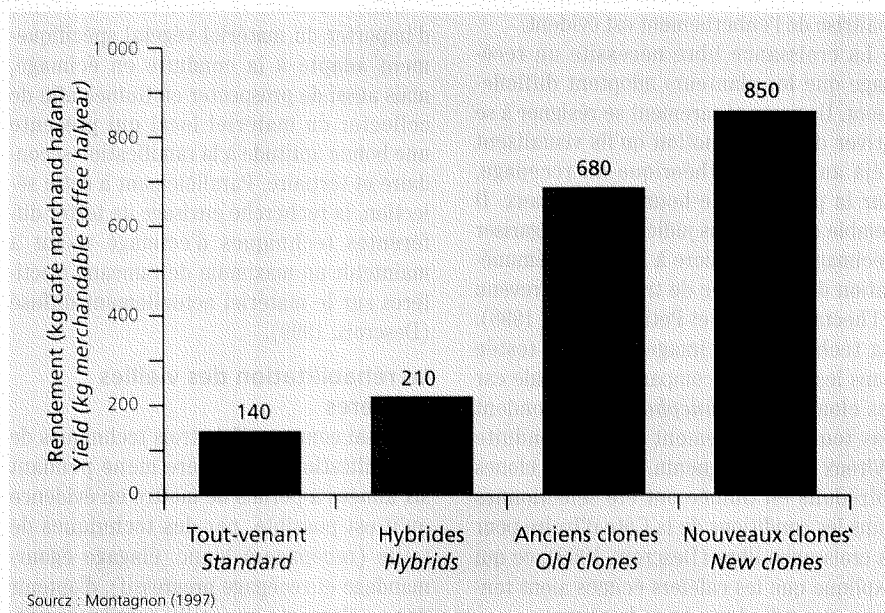
Au cours du premier cycle de production, quatre clones locaux se sont révélés statistiquement équivalents au nouveau mélange clonal auquel ils sont actuellement comparés sur station, afin de confirmer leurs performances. Les essais comparatifs clonaux multilocaux sont reconduits pour un second cycle de production sans fertilisation minérale mais avec une plante de couverture, en introduisant le facteur mode de conduite étudié en interaction avec le facteur matériel végétal. En 1999 un projet de recherche en milieu réel est programmé afin de tester le nouveau mélange clonal ainsi que les quatre clones locaux les plus intéressants en milieu paysan, par rapport à un témoin tout-venant.

La conduite des caféiers

Depuis sa création, le projet de relance de la caféiculture préconise la conduite des caféiers en croissance libre avec recépage quinquennal. Outre une acceptabilité médiocre par les paysans, la conduite en croissance libre présente deux inconvénients majeurs :

- l'apparition de souches creuses juste après le recépage sur du matériel local tout-venant mais également sur du maté-

Figure. Rendement des caféiers en milieu paysan selon le type de matériel. / Coffee tree yields in the smallholder sector, according to the type of material



- riel sélectionné, qui pourrait être le fait d'un ravageur (Descroix, 1999) ;
- le filage des rejets dès la première année, qui laisse prévoir une fréquence de recépage bien trop importante pour que ce mode de conduite soit rentable.

Ce dernier point est lié à l'ombrage qui est une caractéristique de la caféière guinéenne, ombrage d'ailleurs recommandé pour limiter les besoins en engrais de la plante. En conséquence, le recépage avec tire-sève qui fait filer les rejets doit être déconseillé. Pour les planteurs qui ont adopté la croissance libre en plein soleil, le recépage à blanc, plus facile à gérer, est conseillé car il n'induit pas de mortalité, sauf sur les clones sujets au *die-back*, éliminés du nouveau mélange clonal. Pour ces planteurs, l'Irag doit identifier les causes de l'apparition de souches creuses.

Une alternative à la croissance libre, mieux adaptée à l'ombrage, consiste à éteindre les caféiers à une hauteur d'environ 1,80 m, c'est la conduite en écimage. Le caféier prend alors une forme architecturale en « parapluie » et il n'y a plus besoin de le recéper en cycles courts.

Des résultats préliminaires concernant la comparaison entre la croissance libre et l'écimage existent déjà en Guinée. En effet, sur la station Irag de Sérédou, l'analyse sur un cycle de production d'un essai réalisé dans une vieille caféière sous ombrage montre que l'écimage apporte une augmentation de rendement de 40 % par rapport à la croissance libre. Dans un second essai, on n'observe pas de différence significative entre les deux modes de conduite dans une plantation clonale en plein soleil. Dans les deux essais, l'avantage de l'écimage pour la maîtrise de l'enherbement est évident.

La croissance libre nécessite un recépage que les planteurs adoptent difficilement. Ils peuvent rarement se résigner à se priver d'une production qu'ils visualisent déjà au moment théorique du recépage, par la présence de bourgeons floraux. Il semble dès lors plus judicieux de vulgariser l'écimage qui améliore à la fois la rémunération de la journée de travail et le revenu à l'hectare (Viroux et Petithuguenin, 1993). La technique d'écimage est donc testée dans les essais de comparaison clonale car les clones de *C. canephora* ne répondent pas tous favorablement à cette conduite (Viroux et Petithuguenin, 1993). Les clones introduits en Guinée ont été sélectionnés dans les conditions de la Côte d'Ivoire pour la croissance libre (Descroix, 1999), ce qui explique que les caféiers écimés aient tendance à perdre leurs branches basses.

Semis d'*Arachis pinto* et de riz l'année de la plantation des caféiers. / Sowing *Arachis pinto* and rice in the same year as planting coffee trees S. Raffiegeau



Dans l'avenir, la recherche a décidé d'importer du matériel végétal spécifiquement adapté à la conduite en écimage, mais aussi de prospecter en Guinée afin de collecter du matériel local qui présente une bonne aptitude à la ramification secondaire et tertiaire. Parallèlement à cette sélection, la recherche envisage de tester différentes techniques d'écimage visant à maintenir un maximum de rameaux fructifères sur le matériel actuellement diffusé (Descroix, 1999).

La réhabilitation des vieilles caféières

Un essai comparatif de trois techniques de réhabilitation de caféière mené pendant six années a permis de mettre en évidence qu'il est possible, par des techniques de taille (recépage à blanc, élagage égourmandage et recépage progressif), d'obtenir des rendements en vieille caféière repré-

sentant 138 à 169 % du rendement du témoin conduit selon les pratiques payannes.

Les relevés de temps de travaux ont montré que le recépage à blanc nécessite une main-d'œuvre abondante tout au long de l'année, 55,9 journées de travail (JT) pour 1 000 caféiers, alors que les récoltes sont nulles les deux années qui suivent le recépage (Labouisse, 1991). Ces besoins sont moindres pour le recépage progressif, 33,2 JT pour 1 000 pieds, et pour l'élagage-égourmandage, 19,5 JT pour 1 000 pieds. Comparés aux 4 JT nécessaires à la pratique d'un désherbage annuel sur les témoins, seul l'élagage-égourmandage permet à la fois d'augmenter la production et de maintenir une bonne valorisation de la journée de travail.

Il apparaît primordial de proposer des innovations peu gourmandes en travail du

Tableau. Comparaison de trois techniques de réhabilitation de vieilles caféières. / Comparison of three ways of rehabilitating old coffee plantings

Technique de réhabilitation <i>Rehabilitation technique</i>	Rendement moyen de six récoltes <i>Mean yield over six crops</i>		Valorisation de la journée de travail <i>Return on a day's work</i>	
	Rendement (kg café marchand/ha/an) <i>Yield (kg merchantable coffee/ha/year)</i>	% du témoin paysan <i>% of smallholder control</i>	Rendement (kg café marchand/JT*) <i>Yield (kg merchantable coffee/DW*)</i>	% du témoin paysan <i>% of smallholder control</i>
Témoin pratiques paysannes <i>Smallholder practice control</i>	267	100	9,5	100
Recépage à blanc <i>Full stumping</i>	368	138	7,0	74
Recépage progressif <i>Stumping in stages</i>	451	169	8,2	86
Elagage-égourmandage <i>Pruning-sucker removal</i>	450	168	9,6	101

* JT : journée de travail sans compter les temps de travaux pour le séchage du café /DW/: day's work, excluding work times for coffee drying

fait de la faible disponibilité en main-d'œuvre dans les exploitations agricoles de Guinée forestière (Goud *et al.*, 1999). Le recépage à blanc est à proscrire pour éviter le filage des rejets en caféière ombragée, l'apparition de souches creuses. Le recépage progressif, qui donne des rejets aux entre-nœuds excessivement longs sous l'ombrage des vieilles tiges, ne peut donc pas être retenu pour les plantations sous couvert forestier, car de la plupart des vieilles caféières guinéennes. L'élagage-égourmandage, qui consiste à éliminer le bois mort et les émissions non fructifères, limite ainsi la concurrence au niveau du caféier et favorise les fructifications sur les rares branches plagiotropes, mais ne permet pas d'induire une plus grande émission de bois fructifère. Face à l'enjeu très important de l'augmentation de la productivité de milliers d'hectares de caféières traditionnelles, l'observation de certaines pratiques paysannes dans la caféière de case a conduit à concevoir un programme de recherche visant à améliorer la technique d'élagage-égourmandage (Descroix, 1999).

L'intérêt de l'ombrage

Les résultats de l'Irag montrent que les effets d'un ombrage léger sur une caféière sont bénéfiques pour :

- la maîtrise de l'enherbement : repousse plus lente des adventices et moindre pénibilité du fait de la disparition des graminées au profit des dicotylédones ;
- la stabilisation de la production : régulation partielle de la production limitant ainsi le phénomène d'alternance bisannuelle et les surproductions qui peuvent induire la mortalité des caféiers par *die-back* ;
- la diminution des stress : moindres déficit hydrique et carences minérales par rapport au plein soleil ;
- les besoins en engrais : comme dans les autres pays producteurs, lorsque l'ombrage est bien contrôlé, la dose d'engrais recommandée pour le plein soleil peut être divisée par deux sans que cela modifie significativement le rendement.

La gestion de l'enherbement

L'application de l'itinéraire préconisé par la vulgarisation, culture en plein soleil ou sous ombrage léger, induit d'importants besoins en désherbage, particulièrement en jeunes plantations. Cette contrainte a amené la Fnpcg à engager l'Irag dans des travaux concernant le contrôle de l'enherbement. Les investigations conduites sur ce thème ont montré que l'insertion d'entretiens chimiques dans le calendrier annuel des travaux est plus économique que le seul recours aux entretiens manuels (Kourouma *et al.*, 1998). C'est une option intéressante pour les planteurs qui utilisent de la main-d'œuvre salariée, mais qui ne peut satisfaire les planteurs qui ne disposent que de la force de travail familiale. Une autre alternative à la maîtrise de l'enherbement est l'installation de plantes de couverture dans la caféière. Lavabre

(1972) a confirmé que l'utilisation des telles plantes pour la lutte contre les adventices est une méthode judicieuse et économique. Firth (1993) souligne l'intérêt de l'*Arachis pintoï* utilisée comme plante de couverture dans une plantation de caféiers en Colombie. Le projet RC'2 et la Fnpcg diffusent actuellement un mélange de légumineuses (*Crotalaria retusa* et *Flemingia congesta*) qui ne correspond pas exactement aux exigences de légumineuses de couverture en caféières paysannes. En effet, les chicots des souches de *Flemingia* blessent les pieds nus des récolteurs et la crotalaire disparaît après quelques mois si elle n'est pas ressemée. Afin d'identifier les plantes de couverture qui correspondent aux exigences de la culture et aux besoins des planteurs, les chercheurs guinéens ont testé 25 espèces de légumineuses en caféière. De ces tests l'*Arachis pintoï* sort loin en tête devant les autres légumineuses. En effet, c'est la seule espèce qui conjugue :

- une bonne protection du sol ;
- un pouvoir colonisateur efficace ;
- une absence d'agression vis-à-vis des caféiers ;
- une biomasse conséquente, intermédiaire entre une crotalaire et un *Pueraria* ;
- un couvert apparemment durable du sol de la caféière ;
- l'absence de risque d'incendie en saison sèche normale ;

- l'absence de compétition hydrique prolongée en saison sèche puisqu'elle rentre rapidement en dormance.

L'étude d'éventuelles compétitions pour l'alimentation en minéraux entre l'*Arachis pintoï* et le caféier est engagée au Centre de recherche agronomique de Sérédou.

Dans une caféière en place, l'*Arachis pintoï* semée à la densité de 4 graines/m² permet de couvrir le sol, soit en une saison pluvieuse à la condition que le semis soit suivi d'un traitement au Glyphosate® (à la concentration de 360 mg/l CE) à raison de 4 l/ha, puis de deux entretiens manuels, soit en deux saisons pluvieuses sans désherbage spécifique de l'A. *pintoï* la première année. Par la suite, après couverture totale du sol, des fauchages réguliers suffisent pour assurer son maintien en place.

Dans la collection de Sérédou, l'*Arachis p.* tend à disparaître à la suite d'un surpâturage de chèvres, ce qui pourrait devenir un problème pour les paysans. La production de semences est délicate car son pouvoir multiplicateur est limité. Une technique d'installation par bouturage est en cours d'élaboration au PES (point d'étude système) de Gbaya, par les programmes recherche-système et café du Centre de Sérédou. Parallèlement à ces nombreuses petites mises au point des techniques d'installation, l'acceptabilité par les planteurs de cette innovation fait l'objet de travaux qui devraient aboutir à très court terme.

Dans des caféières en création, l'*Arachis pintoï* semée à la densité de 4 graines/m² avant un semis de riz à la volée, et juste après la plantation des jeunes plants de caféiers, permet d'obtenir 100 % de couverture du sol avant la saison sèche. Cette technique de semis en dérobé, qui ne demande pas d'herbicide et qui permet au paysan de ne pas défricher d'autre jachère pour son vivrier, fait l'objet d'un fort engouement des planteurs. D'autant plus qu'elle permet d'attirer de la main-d'œuvre féminine pour le désherbage de la jeune caféière.

Nutrition minérale du caféier

Les difficultés d'encadrement du personnel contractuel chargé des épandages et des récoltes loin de la station, un dispositif expérimental inadapté à la configuration du terrain, ainsi que les difficultés financières de l'Irag et les périodes trop longues qui séparent les départs et les prises de poste des assistants techniques qui gèrent le Fac recherche, ont contribué à l'absence de résultats des essais de fumure minérale. Or, d'après les ventes réalisées dans les

« maisons planteurs » (boutiques d'achat de produits et de distribution d'intrants), seulement 0,25 % des surfaces de plantations clonales seraient fertilisées. De ce fait, et en raison des difficultés rencontrées, la recherche a décidé, avec l'aval de ses partenaires, d'abandonner ses essais fertilisation qui ne répondent à aucune problématique paysanne.

La technologie de post-récolte

La création du laboratoire de technologie du café du Centre de Sérédou et la formation du technologue par le Cirad ont été financées par le Fac. Maintenant, le Centre de Sérédou réalise des expertises commerciales pour la Fnpcg ou des exportateurs privés, et caractérise la qualité technologique du café produit par le matériel végétal en cours de sélection.

Des tests de traitement post-récolte du café par la voie semi-humide ont été entrepris, en 1994 et 1995, au sein des villages proches du Centre de Sérédou, dans un rayon de 15 km environ. Il s'est avéré que la méthode qui consiste à piler les cerises bien mûres puis laver les grains débarrassés de leur pulpe avant de les sécher sur une natte, raccourcit la durée du séchage de 45 %. De plus, le café produit selon cette méthode est exempt de goût fermenté, il se répartit d'ailleurs entre les classes commerciales « Prima » et « Extra-prima » (Perriot, comm. pers.).

Des expérimentations réalisées à la fois en milieu paysan et en station ont permis de comparer différentes méthodes de séchage. Le séchage sur claie produit évidemment le meilleur café, mais les planteurs acceptent difficilement de construire des claies sur lesquelles les cerises sont disposées bien souvent en couche trop épaisse. Le séchage sur bâche plastique n'a pas fourni le café de qualité que l'on espérait puisqu'il semble qu'au cours des premières heures de séchage les cerises « mijotent dans leur jus », commençant ainsi un début de fermentation alcoolique. Le séchage sur terre battue peut produire un produit de qualité satisfaisante si le café est non seulement étalé en couche mince mais aussi rentré tous les soirs afin d'éviter les reprises d'humidité (Perriot, 1997).

Points forts et points faibles du développement du café

Après plus d'une dizaine d'année d'existence, le projet RC'2 n'a pas encore atteint son objectif annuel, 5 000 ha de plantations clonales. Et ce malgré un fort intérêt des

agriculteurs pour la caféiculture puisque, si chaque année environ 750 ha de caféiers améliorés sont réalisés avec l'appui du projet, on estime que les planteurs créent trois à six fois plus de caféières avec des sauvagesons¹. La diffusion d'un modèle intensif unique, sans étude préalable des niveaux d'adaptation des pratiques et itinéraires à vulgariser, ainsi que le manque de suivi des premières parcelles de démonstration, ont fortement réduit les effets de la relance de la culture caféière en Guinée. Aujourd'hui le projet a évolué pour s'adapter aux conditions sociales et économiques des planteurs guinéens, et ceux-ci se sont organisés, ce qui leur permet de solliciter leurs partenaires de l'encadrement et de la recherche.

Les résultats des premiers travaux de recherche ont non seulement démontré le bon potentiel de production des sélections clonales mais aussi permis d'adapter les itinéraires techniques et les pratiques à mettre en œuvre pour une augmentation durable de la productivité de la caféière guinéenne.

Même s'il est clair que la meilleure solution réside en la replantation avec du matériel sélectionné, les contraintes paysannes font que le modèle intensif ne peut pas être suivi par toutes les exploitations agricoles. Ainsi la réhabilitation du vieux verger devient un moyen rapide d'accroître les revenus des familles rurales et d'augmenter la production nationale. La productivité de la caféière traditionnelle adulte n'a pas encore évolué car la vulgarisation recommande l'arrachage et la replantation avec du matériel amélioré, ce qui ne correspond pas à la stratégie de toutes les catégories de planteurs. La recherche doit poursuivre ses travaux prometteurs sur l'élagage-égourmandage en caféière traditionnelle afin d'élaborer à court terme un mode de conduite qui évite le recépage, améliore les rendements sans trop augmenter les temps de travaux et maintienne la production à une hauteur accessible par les récolteurs.

Pour bon nombre des producteurs, la réhabilitation peut être une phase intermédiaire avant l'arrachage et la replantation avec des clones, lorsque la pression sur le foncier leur imposera d'intensifier leur système de production. C'est pourquoi, à court terme la recherche doit mettre au point

¹ Les sauvagesons sont des semenceaux qui se sont naturellement développés après la chute des fèves au sol.

des itinéraires techniques variés pour répondre aux conditions de culture des principales catégories de producteurs. Ainsi elle doit proposer des techniques de taille pour les plantations clonales en plein soleil ou sous ombrage léger, d'autres pour les caféières traditionnelles conduites sous ombrage plus ou moins dense. Elle doit aussi identifier des pratiques qui permettent un contrôle satisfaisant des adventices avec des investissements en main-d'œuvre et financiers réduits. A plus long terme, elle doit poursuivre les travaux de sélection pour permettre la diffusion d'un matériel végétal adapté à la taille par écimage, mais

aussi rechercher des itinéraires qui permettent de maintenir la fertilité des sols.

Concernant l'Arabica, le programme café de l'Irag projette d'implanter un dispositif de recherche en milieu réel dans les tapades² du Fouta Djallon, en collaboration avec le Snprv qui a été sollicité par les paysans de cette région. ■

² La tapade est une parcelle fermée par une clôture d'espèces arborées qui entoure l'habitation. Cette parcelle dispose souvent d'un puits et bénéficie de multiples apports organiques et minéraux qui enrichissent le sol (fumier, lisier sec, cendres, déchets de cuisine et autres matières végétales).

Remerciements
Les chercheurs du programme café du Centre de recherche agronomique de Sérédou ont minutieusement mis en place et suivi les essais pendant une décennie. Nous tenons à exprimer notre gratitude à Abdoulaye Dibril Bah, Zézé Guilavogui, Jean-Pierre Labouisse, Michel Milette, Pascal Millimono et Goro Traoré. Nous remercions également Jean-Jacques Perriot pour sa contribution à la rédaction de cet article.

Bibliographie / References

- BOUHARMONT P., 1992. République de Guinée. Rapport de mission réalisée pour le ministère de la Coopération (du 5 au 17 août 1992). Montpellier, France, 19 p. (document interne).
- DESCROIX F., 1999. Mission d'appui au programme café de l'Irag en Guinée. Mission du 26 janvier au 9 février 1999. Montpellier, France, CIRAD-CP, document SIC 1099, 79 p. (document interne).
- ESKES, A.B., 1991. Observations sur l'amélioration génétique du caféier en Guinée Conakry. Rapport de mission réalisée pour le ministère de la Coopération entre le 25/02 et le 9/03/1991. Montpellier, France, Cirad-Irc, 17 p. (document interne).
- FIRTH D., 1993. Amarillo peanut. A perennial orchard groundcover. West Australian nut and tree crops association, 1993 yearbook, 17 : 69-73.
- GOUD B., PESCAPY M., SOUARE D., SOUMAH J.P., MORANT P., KOUROUMA H., 1999. Etude des stratégies des producteurs de café en Guinée forestière, CIRAD-Irag, Montpellier, France, document Cirad-Tera 14/99, 60 p. (document interne).
- Guinée Rurale, magazine d'information du MAEF, Conakry, première édition du 24 au 27 novembre 1998, 36 p.
- KOUROUMA H., MILLIMONO P., BAH A.D., GUILAVOGUI Z. ET RAFFLEGEAU S., 1997. Rapport d'activité du programme café, document Irag, Centre de recherche agronomique de Sérédou, 18 p. (document interne).
- KOUROUMA H., MILLIMONO P., BAH A.D., GUILAVOGUI Z., RAFFLEGEAU S., 1998. Rapport du test comparatif de deux herbicides totaux, Fédération nationale des planteurs de Guinée. Centre de recherche agronomique de Sérédou, CRAS, 9 p. (document interne).
- LABOUISSSE J.P., 1991. Rapport d'activité 1991. Travaux de recherche sur le café à la station de recherche de Sérédou. Conakry, Irag, 34 p. (document interne).
- LAVABRE E.M., 1972. La lutte contre les mauvaises herbes en cultures caféières par l'emploi judicieux des plantes de couverture. Café Cacao Thé 16 (1) : 44-48.
- LE PIERRES D., CHARMETANT P., GNESIO T., BAMBA A., KONATE M., YAPO A., 1987. Les ressources génétiques naturelles des caféiers en Guinée.
- Rapport sur la mission de prospection effectuée par une équipe Orstom/Irc du 1er février au 2 mars 1987. Abidjan, Côte d'Ivoire, Orstom, 39 p. (document interne).
- MONTAGNON C., 1997. Mission d'appui au programme de recherche café de l'Irag en Guinée. Paris, France, Cirad-cp, 23 p.
- MONTAGNON C., LEROY T., ESKES A.B., 1998. Amélioration variétale de *Coffea canephora*. I. Critères et méthodes de sélection. Plant. Rech. Dég. 5 (1) : 18-33.
- PERRIOT J.J., 1997. Rapport de mission à l'Irag du 6 au 24 décembre 1997. Montpellier, France, Cirad-cp, 46 p. (document interne).
- PORTERES R. 1962. Caféiers de la République de Guinée. Café Cacao Thé VI (1) : 3-18.
- SAUDUBRAY F., 1993. Dynamique de plantation de café dans la zone d'intervention du projet RC'2. Etude réalisée par la cellule de suivi-évaluation du projet RC'2. Conakry, Guinée, MAE-MCAC, 32 p. (document interne).
- VIROUX R., PETITHUGUENIN P., 1993. L'écimage du caféier Robusta. Un mode de conduite économiquement avantageux. Café Cacao Thé 37 (1) : 21-34.

Coffee growing in Guinea: research results

Rafflegeau S.¹, Descroix F.², Kourouma H.³, Montagnon C.

¹CIRAD, BP 2311, Douala, Cameroon

²CIRAD-CP, TA 80 / PS1, avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France

³IRAG, Centre de recherche agronomique, Sérédou, Republic of Guinea

C*offea canephora*, which produces the coffee commonly known as Robusta, has two zones of origin: the forests of the Gulf of Guinea, in West Africa, and the forests of Congo, in Central Africa (Montagnon *et al.*, 1998). In the Gulf of Guinea, very little remains of the forests from which the "Guinean" group originated. In Forest Guinea, the southernmost region of the Republic of Guinea, wild Rubiaceae were identified during surveys, particularly *C. canephora* and *C. excelsa* (Le Pierrès *et al.*, 1987).

History of coffee growing in Guinea

True coffee growing in Guinea did not begin until the end of the nineteenth century, with the first introductions (Portères, 1962; Eskes, 1991). In Upper Guinea, at high altitudes, Arabica and *Excelsa* have been grown sporadically (Bouharmont, 1992). However, in the country's main coffee growing zone, Forest Guinea, coffee growing primarily centres on *C. canephora*, although there are still *Excelsa* plantings around the towns of N'zérékoré and Lola. In colonial times, Forest Guinea produced quality coffee. Following independence, the Guinean government encouraged farmers to produce in order to boost the country's exports, while at the same time introducing a tax in kind on agricultural products. The State warehouses that bought coffee from planters using vouchers were rarely supplied, while planters gradually reduced their operations to picking and skimped on drying, with adverse consequences for national coffee output and quality.

Since 1984, the Guinean government's aim has been to increase Robusta coffee exports to around 500 000 bags (30 000 t), in other words roughly to treble output. There have been several initiatives aimed at revitalizing Robusta coffee growing in Forest Guinea.

Guinean coffee plantings

According to the "tree crops" survey conducted by the country's development strategy bureau, there were 140 000 ha of coffee in the country in 1989-1990. To estimate the current area, the plots planted since 1990 with improved material (4 500 ha) and standard material (15 to 20 000 ha) need to be added, making a total of 160 000 to 165 000 ha. These plantings are all smallholdings: there are no large estates in Guinea. By dividing the area planted

(160 000 ha) by the volume exported, roughly 15 000 t of merchantable coffee, average national yields can be put at no more than 100 kg/ha. This very low figure reflects the highly extensive nature of coffee growing in Guinea. Only clonal plantings contain planting material whose agronomic quality is both reliable and consistent. They account for some 3% of the total area (4 500 to 5 000 ha). Half the country's plantings are between 10 and 40 years old, only an eighth less than 10 years old, and the remaining three eighths were planted over 40 years ago (Descroix, 1999). The trees are grown under varying degrees of shade, depending on the history of the plots. For instance, shading is rare in clonal plantings but is found in 93% of traditional plantings, where it is sometimes light but often dense (Saudubray, 1993). Forest species, but also wild palms or other tree crops, are used for shade. Weeding and sucker removal are practised just once a year, before harvesting, more to facilitate picking than as a crop management technique.

The role of coffee in the economy of Forest Guinea

Exporting 15 000 t of merchantable coffee bought from planters at GF 1 000/kg brings in GF 15 billion (around FF 750 million) for Forest Guinea as a whole. The 84 000 farms in the region (Guinée Rurale, 1998), almost all include coffee, on an average of around 2 ha. The 200 kg/year produced on that area provide each farm with an income of around GF 200 000 (FF 1 000) from coffee. This figure demonstrates that coffee growing makes a substantial contribution to maintaining economic activity in the rural areas of the region. It would thus be logical to suggest intensifying cultivation, in view of the low national yield figures: 100 kg/ha/year.

The development project

Of the initiatives aimed at revitalizing coffee growing, none of which have had any real impact on national output (Kissidougou integrated rural development project, Derik, and Guéckédou agricultural project, Pag), only the RC2 project (coffee revitalization project, phase II) remains. The project was launched by the Caisse française de développement (CFD) in 1986, and its policy for increasing national output is based on a programme of planting or of replacing old coffee trees with improved material. To start the ball rolling, the project

began by distributing seed imported from Togo. At the same time, it introduced Robusta clones selected in Côte d'Ivoire, and, from Togo, parents chosen for the production of hybrid seed. This double introduction and the construction of planting material production centres (CPMV) at Macenta and N'zérékoré, was aimed at producing clonal and hybrid planting material for distribution to planters in the form of rooted cuttings and plantlets respectively.

Initially, the project recommended growing in the open, using fertilizers and leaving the trees to grow freely, stumping every five years (multiple stem system), crop techniques that were borrowed from Côte d'Ivoire. The project aimed to set up 5 000 ha of improved plantings a year in the smallholder sector, primarily by replanting old plantations. Supervisory staff trained by the project were made available to growers, who had to buy plants that were 50% subsidized by CFD. The project rapidly ran up against reluctance on the part of planters, who preferred to plant extensions rather than grubbing up their old trees, and requested the national agricultural extension service to recommend rehabilitating old coffee plantings by cutting the trees right back (cutting off all the stems) and controlling shading. A second reason for reluctance then transpired: planters did not buy fertilizers for their clonal plantings, which they sometimes set up on exhausted soils and generally in the open, as recommended by RC2. In its second phase, the project recommended growing under light shade and using legume cover crops: *Crotalaria rotusa* and *Flemingia congesta*. CFD decided to subsidize fertilization of the new plantings for three years, to help planters until the first harvest. Lastly, the project informed planters about drying techniques that did not adversely affect product quality.

Alongside this project, the Mission de coopération et d'actions culturelles and the Agence française de développement (MCAC and AFD) encouraged the professionalization of the sector by setting up the Fédération nationale des planteurs de café de Guinée (FNPCG) and funding a coffee agronomy research programme. From 1989 to 1999, MCAC funded a technical assistant's post under the coffee research programme, held by researchers from the Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

(CIRAD). During that period, CIRAD was also in charge of providing researchers with scientific backup through numerous support missions in the fields of coffee breeding, agronomy and technology.

The birth of coffee agronomy research in Guinea

In 1988, the Institut de recherche agronomique de Guinée (IRAG) was set up, while coffee research in Forest Guinea began at the Sérédou Centre in 1990.

The research topics covered by the Sérédou coffee programme fit in with the recommendations made by the RC'2 programme:

- multi-site comparison of introduced clones;
- on-station comparison of local clones;
- shading;
- pruning systems;
- inorganic fertilizers;
- rehabilitation of old coffee plantings;
- post-harvest technology.

The achievements of coffee agronomy research

Planting material

Two types of coffee trees were introduced: hybrids from Togo disseminated in Côte d'Ivoire and clones distributed or undergoing selection in Côte d'Ivoire, the first clonal mix distributed.

The similarities between the Guinean and Ivorian production zones and the information available on each clone and hybrid meant that it was possible to begin distributing imported planting material from the outset. In 1990, a comparative trial network was set up by IRAG to test the performance of these Ivorian and Togolese materials under the growing conditions in Forest Guinea. Surveys on smallholdings also enabled the collection and testing of local material in sorting trials. The first research work was thus conducted after the project started.

The first observations led to the rapid elimination from propagation plots of clones with major defects such as high susceptibility to leaf rust and all-year-round fruiting. After an initial production cycle in clone comparative trials, and discussions between the partners—project, federation, extension service and CPMV—, researchers identified a new mix of five clones chosen for their rusticity, productivity, architecture, leaf rust resistance, drought tolerance, bean size and cup quality (Kourouma *et al.*, 1997). Moreover, distribution of Togolese hybrids, which were unsatisfactory as they proved to begin to bear late and were highly heterogeneous, was halted.

This new clone mix, which excluded high-risk clones (subject to die-back), ensured a production increase of up to 50% and 15% better

bean size, while improving organoleptic quality (Montagnon, 1997). In the fertilized trials, it never produced less than 1 t of merchantable coffee per hectare, despite the fact that some plots were set up on very impoverished soils (former cassava plots). In fertile plots, the new clones produced an annual average of 2.8 t/ha over three years. The relevant figure, which is based on data from IRAG and the planter survey conducted by Saudubray in 1993, clearly illustrates the impact of research and of improved planting material introductions in Guinea.

During the first production cycle, four local clones proved statistically equivalent to the new clone mix with which they are currently being compared in on-station trials to confirm their performance. It was decided to continue the multi-site clone comparative trials for a second production cycle, without inorganic fertilizers but with a cover crop, introducing a pruning system factor to be studied in combination with the planting material factor. In 1999, there were plans for an on-farm research project to test the new clone mix and the four most worthwhile local clones on smallholdings, compared with a standard control.

Coffee tree pruning systems

Since its launch, the coffee sector revitalization project has recommended leaving coffee trees to grow freely, stumping every five years. Besides the fact that smallholders are reluctant to do it, there are two major drawbacks to letting the trees grow freely:

- the appearance of hollow stumps just after stumping, on standard local material but also on selected material, possibly due to a pest (Descroix, 1999);
- the fact that the new shoots bolted right from year 1, suggesting that it would be necessary to stump so often that the technique would not be economically feasible.

This latter point is linked to shading, which is characteristic of Guinean coffee plantings; moreover, shading is recommended to reduce the plant's fertilizer requirements. As a result, stumping leaving a breather, which makes the shoots bolt, is not to be recommended. For planters who have chosen to plant in the open, leaving the trees to grow freely, cutting the trees right back, which is easier to manage, is recommended as it proved not to kill any trees, except the clones subject to die-back, which were eliminated from the new clone mix. For such planters, IRAG has undertaken to identify the reasons behind the appearance of hollow stumps.

One alternative to leaving the trees to grow freely, which is better suited to shading, is to top the trees at a height of around 1.80 m, which is

known as capping. The trees subsequently grow into an "umbrella" shape and no longer need to be stumped as often.

There are already preliminary results in Guinea concerning the comparison between unpruned and capped trees. In effect, an analysis over a production cycle of a trial conducted in an old shaded coffee plot at the IRAG Sérédou station showed that capping increased yields by 40% compared to not pruning the trees. In a second trial, there was no significant difference between the two pruning systems in a clonal planting in the open. In both trials, capping proved to have a clear advantage in terms of weed control.

Multiple stem systems mean stumping, which planters are reluctant to adopt. They are rarely prepared to accept the loss of a crop that they can already imagine on seeing floral buds at the time of stumping. It would thus apparently be wiser to encourage capping, which improves both the return on a day's work and income per hectare (Viroux and Petithuguenin, 1993). The capping technique is thus being tested in the clone comparative trials, since *C. canephora* clones do not all respond positively to the technique (Viroux and Petithuguenin, 1993). The clones introduced in Guinea were selected under the conditions in Côte d'Ivoire with multiple stem systems (Descroix, 1999), which explains why capped trees tend to lose their lower branches.

For the future, it was thus decided to import planting material specifically suitable for capping, but also to conduct surveys in Guinea to collect local material capable of producing good secondary and tertiary branches. Alongside this selection, there are plans to test various capping techniques aimed at maintaining as many fruiting branches as possible on the material currently being tested (Descroix, 1999).

Rehabilitation of old coffee plantings

A six-year comparative trial of three coffee planting rehabilitation techniques revealed that it is possible, through pruning (full stumping, pruning-sucker removal and stumping in stages), to obtain yields in old coffee plantings corresponding to 138 to 169% of that of a control managed according to usual smallholder practices.

Work time records showed that full stumping is highly labour intensive all year round: 55.9 days' work (DW) for 1 000 coffee trees, while there is no crop for two years afterwards (Labouisse, 1991). Labour requirements are lower for stumping in stages: 33.2 DW for 1 000 trees, and pruning-sucker removal: 19.5 DW for 1 000 trees. Compared to the 4 DW required for annual weeding in control plots, only pruning-

sucker removal both increased production and optimized work efficiency.

It appears crucial to propose less labour-intensive innovations, given the labour shortage on the farms of Forest Guinea (Goud *et al.*, 1999). Full stumping should be ruled out, to prevent shoot bolting in shaded plantings and the appearance of hollow stumps. Stumping in stages, which results in shoots with excessively long internodes under the shade of older stems, should not therefore be practised in plantings under forest cover, which is the case of most of the old Guinean coffee plantings. Pruning-sucker removal, which consists in removing dead wood and non fruiting suckers, reduces competition on the tree and encourages fruiting on the few plagiotropic branches, but does not ensure increased quantities of fruiting branches. Prompted by the importance of increasing the productivity of thousands of hectares of traditional coffee plantings, observations of certain farmer practices in backyard coffee plantings led to the establishment of a research programme aimed at improving the pruning-sucker removal technique (Descroix, 1999).

The merits of shading

IRAG's results show that light shading in coffee plantings is beneficial in terms of:

- weed control: weeds grow back more slowly and weeding is easier as there are fewer grasses and more dicotyledons;
- more stable production: partial regulation of production, reducing biennial alternation and over-production, which can cause the trees to die as a result of die-back;
- reduced stress: less marked water deficit and mineral deficiencies compared to growing in the open;
- fertilizer requirements: as in other producing countries, with well controlled shade, the recommended fertilizer rate for growing in the open can be halved without significantly affecting yields.

Weed control

Applying the crop management sequence recommended by the extension services—growing in the open or under light shade—results in significant weeding requirements, particularly in young plantings. This constraint led FNPCG to assign IRAG to find ways of controlling weeds. Its investigations showed that including chemical upkeep in the yearly work schedule was more economic than manual upkeep alone (Kourouma *et al.*, 1998). This is of interest for planters who use hired labour, but will not satisfy those whose only available source of labour is their family. Another weed control alternative is to plant cover crops in

coffee plantings. Lavabre (1972) confirmed that using such crops to control weeds was both effective and economic. Firth (1993) stressed the merits of *Arachis pintoi*, which was used as a cover crop in a coffee planting in Colombia. The RC'2 project and FNPCG are currently distributing a legume crop mix (*Crotalaria retusa* and *Flemingia congesta*) that does not exactly suit the legume cover crop requirements of smallholder coffee plantings. In effect, harvesters hurt their bare feet on the stumps of *Flemingia* and sunn-hemp dies out after a few months if it not re-sown. To identify cover crops that satisfy both crop and planter requirements, Guinean researchers tested 25 legume species in coffee plantings. *Arachis pintoi* came out way ahead of the others; in effect, it is the only species that simultaneously:

- gives good soil protection;
- provides effective, fast cover;
- is not aggressive with respect to the coffee trees;
- produces substantial biomass, somewhere between sunn-hemp and *Pueraria*;
- provides apparently long-lasting soil cover in coffee plantings;
- is not a fire hazard during normal dry seasons;
- does not compete for water for very long during the dry season, as it rapidly becomes dormant.

A study of possible competition for mineral supplies between *Arachis pintoi* and coffee has begun at the Sérédou agricultural research centre.

In an existing coffee plot, *Arachis pintoi* sown at a density of four seeds/m² covered the soil, either within one rainy season if sowing was followed by treatment with Glyphosate® (at a concentration of 360 mg/l EC), using 4l/ha, then two manual upkeep rounds, or within two rainy seasons without specific weeding of *A. pintoi* in the first year. Subsequently, once the soil was totally covered, regular cutting was enough to maintain it.

In the Sérédou collection, *A. pintoi* tends to disappear as a result of over-grazing by goats, which could be a problem for smallholders. Seed production is tricky as its propagation capacity is limited. A technique for producing cuttings is currently being developed at the Gbaya PES (systems study unit) by the Sérédou centre's systems research and coffee programmes. Alongside these various attempts at improving *A. pintoi* establishment techniques, work is due to be completed shortly on the acceptability of such an innovation for planters.

When setting up coffee plantings, sowing *A. pintoi* at a density of four seeds/m² before broadcast sowing of rice and just after planting the young coffee trees ensures 100% soil cover by the start of the dry season. Growing catch

crops like this, which does not require herbicides and means that farmers do not need to clear fallow land for their food crop, is very popular with planters, particularly since it attracts women to help with weeding the coffee planting.

Coffee tree mineral nutrition

The difficulties of supervising the contract labour in charge of fertilizer applications and harvesting far from the station and the experimental design that was unsuitable for the land configuration, combined with IRAG's financial difficulties and the long gaps between the departure and replacement of the technical assistants in charge of the Fonds d'aide et de coopération (FAC) research budget contributed to the lack of results from mineral nutrition trials. However, according to sales through "planter houses" (shops where products are bought and inputs distributed), apparently just 0.25% of clonal plantings are fertilized. As a result, and in view of the difficulties encountered, researchers decided, with the support of their partners, to abandon the fertilizer trials, which in any event did not correspond to any real need on the part of farmers.

Post-harvest technology

The creation of the coffee technology laboratory at the Sérédou centre and technologist training by CIRAD were funded by FAC. The Sérédou centre now carries out commercial analyses for FNPCG or private exporters, and characterizes the technological quality of the coffee produced by the planting material involved in the selection programme.

Tests of coffee post-harvest processing using the semi-wet process were undertaken in 1994 and 1995 in villages within a roughly 15 km radius of the Sérédou centre. It transpired that the method, which consists in crushing very ripe cherries and washing the beans after pulp removal before drying them on a mat shortened drying times by 45%. Moreover, the coffee produced did not have a fermented taste, and was classed as either "Premium" or "Extra-premium" grade (Perriot, pers. comm.).

Experiments were conducted both on smallholdings and on-station, to compare different drying methods. Drying on racks obviously produces the best coffee, but planters are reluctant to build racks, and in any case, the cherries are often spread too thickly. Drying on a plastic sheet did not produce the quality that was hoped for, since for the first few hours, the cherries apparently "stewed in their own juice", thus triggering alcoholic fermentation. Drying on beaten earth can ensure a satisfactory product, provided the coffee is not only spread

thinly but is taken indoors every night to prevent it becoming damp (Perriot, 1997).

Strong points and weak points of coffee development

After over a decade, the RC2 project still has not reached its annual target of 5 000 ha of clonal plantings. This is despite a significant interest in coffee on the part of planters, since although some 750 ha of improved coffee are set up with project support each year, it is estimated that planters set up three to six times that area with wild seedlings¹. Disseminating a single intensive system without prior studies of the appropriateness of the practices and crop management sequences to be extended, and the lack of monitoring of the first demonstration plots, have significantly reduced the impact of revitalization of the coffee sector in Guinea. The project has now changed in response to the social and economic conditions of Guinean planters, and the planters have organized themselves, enabling them to express their requirements to supervisors and researchers.

The results of the first studies not only demonstrated the high production potential of clone selections, but were also used as the basis

for adapting the crop management sequences and practices to be adopted to ensure a sustainable increase in productivity in the Guinean coffee sector.

Although it is clear that the best solution is to replant with selected material, the constraints on smallholders mean that not all of them can adopt the intensive model. Rehabilitating old plantings is thus a quick way of increasing the income of rural families and improving national output. The productivity of adult traditional coffee plantings has not yet changed, since the extension services recommend grubbing up and replanting with improved material, which does not fit in with the strategy of every type of farmer. The research sector needs to continue its promising work on pruning-sucker removal in traditional plantings, with a view to drawing up a management technique soon that avoids stumping, improves yields without excessively increasing work times, and keeps the fruits at a height easily accessible to harvesters.

For many producers, rehabilitation can be an intermediate stage before grubbing up and replanting with clones, when land pressure means that they have to intensify their production system. This is why researchers need to develop a range of crop management sequences soon that fit in with the cropping conditions of the main producer categories. They need to propose pruning techniques for clonal plantings in the open or under light shading, and others for traditional plantings

grown under varying degrees of shade. They also have to identify practices that ensure effective weed control without being too labour- or cash-intensive. In the longer term, they need to continue breeding work with a view to distributing planting material suitable for pruning by capping, and also to identify crop management sequences that maintain soil fertility.

As regards Arabica, the IRAG coffee programme is planning to set up an on-farm research network in the *tapades*² of Fouta Djallon, in conjunction with SNPRV, in response to a request from smallholders in the region. ■

² A *tapade* is a plot sealed off by the hedge of trees around a house. The plot often contains a well, and the soil is enriched by the substantial amount of organic and inorganic matter thrown onto the ground (liquid and dried manure, ash, kitchen waste and other plant material).

Acknowledgements

The researchers from the Sérédoué agricultural research centre's coffee programme set up and monitored the trials with great care for a decade. We would like to thank Abdoulaye Djibril Bah, Zézé Guilavogui, Jean-Pierre Labouisse, Michel Miette, Pascal Millimono and Gono Yo Traoré. We are also grateful to Jean-Jacques Perriot for his help in writing this article.

¹ Wild seedlings are those that grow naturally from beans that have fallen onto the ground.